

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		
F 2 1 V 8/00		V		
G 0 2 B 5/02		B 9224-2K		
6/00	3 3 1	6920-2K		

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-13997

(22) 出願日 平成6年(1994)1月11日

(31) 優先権主張番号 9 3 2 0 0 0 5 6 . 5

(32) 優先日 1993年1月11日

(33) 優先権主張国 オランダ (NL)

(71) 出願人 592098322

フィリップス エレクトロニクス ネムロ
ーゼ フェンノートシャップPHILIPS ELECTRONICS
NEAMLOZE VENNOOTSH
APオランダ国 5621 ペーアー アインドー
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1(72) 発明者 アドリアヌス ヨハネス ステファヌス
マリア デ ファーンオランダ国 5621 ペーアー アインドー
フェン フルーネヴァウツウェッハ 1

(74) 代理人 弁理士 沢田 雅男

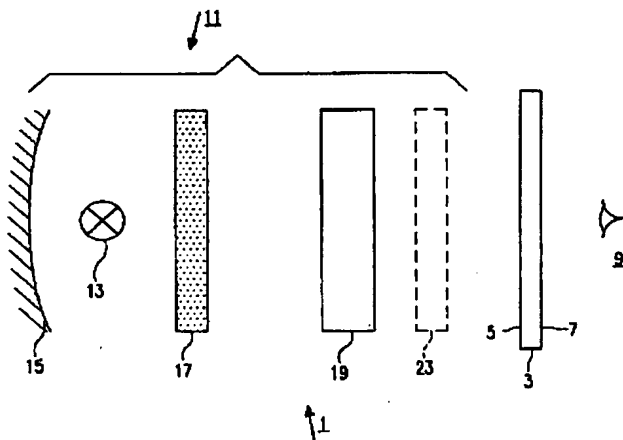
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明システム及びそのような照明システムを含む表示装置

(57) 【要約】

【目的】 照射源からの最大量の照射を所望の方向の偏光性を持つ照射に変換することができる効率的な照明システム、及びそのような照明システムを持つ表示装置を提供する。

【構成】 本発明による表示装置 (1) は、表示パネル (3) と、照射源 (13) 及び拡散器 (17) を具備する照明システム (11) とを有している。高効率な偏光変換を行うため、照射源 (13) と表示パネル (3) との間にはコレステリックフィルタ (19) が設けられ、このフィルタは少なくとも全可視波長範囲に等しい波長範囲内で所望の偏光状態を持つような照射を透過させる。更に、拡散器 (17) の上記フィルタから遠い側には反射器 (15) が設けられ、この反射器はフィルタ (19) により反射され拡散器 (17) で偏光解消された照射を該フィルタに送り返す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の偏光状態を持つ照明ビームを供給する照明システムであって、照射源と拡散器とを順に有するような照明システムにおいて、

前記拡散器が偏光を解消する拡散器であり、少なくとも略全可視波長範囲内で動作するコレステリックフィルタが前記拡散器の前記照射源から遠い方の側に設けられ、

反射器が前記拡散器の前記フィルタから遠い方の側に設けられている、ことを特徴とする照明システム。

【請求項2】 請求項1に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの前記拡散器から遠い方の側に広帯域の $\lambda/4$ 板が配置されていることを特徴とする照明システム。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタが液晶材料の複数の層を有し、これら層の各々が異なる波長帯域で動作し、これら波長帯域が共同で少なくとも可視波長範囲をカバーすることを特徴とする照明システム。

【請求項4】 請求項1又は請求項2に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタが液晶ポリマ材料の単一の層を有し、該層においては分子螺旋のピッチが、少なくとも全可視波長範囲をカバーするのに必要な反射帯域の下限及び上限に各々対応する2つの値の間で連続的に変化していることを特徴とする照明システム。

【請求項5】 請求項3に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの各層のうちの少なくとも複数の層は分子螺旋のピッチが変化するような液晶ポリマを有し、これら層が各々異なる波長帯域で動作することを特徴とする照明システム。

【請求項6】 請求項4に記載の照明システムにおいて、前記コレステリックフィルタの前記ポリマ材料が3次元網構造を形成すると共に当該システムにおける他の素子に取り付けるに適した自己支持型の膜を形成することを特徴とする照明システム。

【請求項7】 請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載の照明システムにおいて、前記拡散器と前記コレステリックフィルタとの間に光学的に透明な素子が設けられ、該素子の前記フィルタに面する一方の側は少なくとも一方向に延びる周期的且つ照射を屈折させるような構造を有し、該構造が前記拡散器からの照射を所定の角度で集中させることを特徴とする照明システム。

【請求項8】 請求項7に記載の照明システムにおいて、前記素子は前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で第1の方向に延在する第1の周期的構造を有するような第1の板体と、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で前記第1の方向とある角をなす第2の方向に延在する第2の周期的構造を有するような第2の板体とを具備していることを特徴とする照明システム。

【請求項9】 請求項7に記載の照明システムにおいて、前記素子は単一の板体を有し、該板体の前記フィルタに対向する面が2次元的な照射屈折構造を有していることを特徴とする照明システム。

【請求項10】 請求項7、請求項8又は請求項9に記載の照明システムにおいて、前記照射屈折構造は第1の表面領域と、これと交互となる第2の表面領域とを有し、当該素子の法線に対して前記第1の領域が第1の角度を内包する一方、前記第2の領域が第2の角度を内包することを特徴とする照明システム。

【請求項11】 照明システムと、投影すべき画像を発生する少なくとも1個の透過型表示パネルを有する表示装置と、前記発生された画像を投影スクリーン上に投影する投影レンズ系とを具備する画像投影装置において、前記照明システムが請求項1、2、3、4、5又は10に記載のシステムである、ことを特徴とする画像投影装置。

【請求項12】 照明システムと、透過型の表示パネルとを有するフラットパネル型表示装置において、前記照明システムが請求項1ないし請求項10の何れか一項に記載のシステムである、ことを特徴とするフラットパネル型表示装置。

【請求項13】 請求項12に記載のフラットパネル型表示装置において、前記表示パネルの各ピクセルに対応するダイクロイック・ミラーのパターンがこれらピクセルの前側近傍に配置され、これらミラーの各々は、対応するピクセルに該当する波長帯域の照射を透過させる一方該波長帯域外の照射は略完全に反射することを特徴とするフラットパネル型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、所定の偏光状態を持つ照明ビームを供給する照明システムであって、照射源と拡散器とを順に有するような照明システムに関する。また、本発明は上記のような照明システムを含む表示装置にも関する。

【0002】

【従来の技術】 このような表示装置は2つの形式に、即ち画像投影装置とフラットパネル表示装置とに、分類することができる。画像投影装置は、例えば液晶パネルのような表示パネルにより発生された画像が投影レンズ系により比較的大きな距離離れると共に拡大された形でスクリーン上に結像されるような装置である。フラットパネル表示装置においても、画像は表示パネルにより発生される。この装置の上記表示パネルを横切る方向の寸法は比較的小さい、即ち画像投影装置の寸法よりも非常に小さい。フラットパネル表示装置においては、視聴者は表示パネルを直接観るので、この装置は直視装置とも呼ばれる。このような装置の場合は、上記表示パネルを照明する照明システムの寸法が該パネルを横切る方向にお

いて小さいのが望ましい。

【0003】上記表示装置は、例えばビデオ表示装置、コンピュータシステムのモニタ又は操作パネルの表示装置等である。

【0004】フラットパネル表示装置に用いて好適な本明細書の冒頭で述べたような形式の照明システムは米国特許第4,737,896号から既知である。

【0005】上記米国特許に記載された照明システムは、透過型表示パネルの直後に配置されると共に、照射散乱出力面を持つ照射案内部材上に入射する照射の照射源を有し、該部材は上記照射を液晶表示パネル（以下、LCDパネルと呼ぶ）に向かって散乱させる。

【0006】LCDパネルを有する表示装置においては、光源効率、即ち照射源により供給された照射のうち表示側で視聴者が見ることができる割合、はLCDパネルの低透過性のため比較的低い。その理由は、半透明なピクセルは表示パネル面の一部のみをカバーするに過ぎないからである。上記面の他の部分は、これらピクセルの駆動素子により占められている。LCDパネルは、各ピクセルによる当該素子の液晶材料に入射する光の偏光状態の変化に基づいて動作する。したがって、表示パネルは所定の偏光方向を持つ直線偏光された光、又は左旋性若しくは右旋性の円偏光された光のような所定の偏光状態を持つ照射光により照射されねばならない。したがって、既知の表示装置には偏光手段が設けられ、該偏光手段が照射源からの偏光されていない光を所望の偏光状態を持つ光に変換している。しかしながら、この変換には上記光の約半分の損失を伴う。

【0007】従来の直視型表示装置に使用される偏光手段は、望ましくない偏光状態を持つ光を吸収する。したがって、この装置には視聴者に充分な量の光が得られるように、高輝度照射源が使用されねばならない。しかしながら、このような照射源は比較的大きな寸法を有し且つ大量のエネルギーを使用するので、好ましくは主電源から別れて使用することができる小型の表示装置にはあまり適してはいない。また、上記偏光手段に入射する光は高輝度であるので、この偏光手段はかなりの程度にまで加熱される。これらの偏光子は当該装置内の上記LCDパネルの近傍に配置されるので、冷却システムを組み込む必要があるが、このようなシステムは装置を複雑且つ高価にしてしまう。

【0008】

【発明の目的及び概要】従って、本発明の目的は照射源からの最大量の照射を所望の方向の偏光性を持つ照射に変換することができる効率的な照明システムを提供することにある。

【0009】上記目的を達成するため、本発明による照明システムは、前記拡散器が偏光を解消する拡散器であり、少なくとも略全可視波長範囲内で動作するコレステリックフィルタが前記拡散器の前記照射源から遠い方の

側に設けられ、前記拡散器の前記フィルタから遠い方の側に反射器が設けられることを特徴としている。

【0010】上記において、偏光の解消とは、ある偏光状態を持つ照射を偏光されていない照射、即ち異なる偏光成分を持つ照射、に少なくとも部分的に変換することを意味すると理解されたい。

【0011】コレステリックフィルタは、コレステリック規則性を持つ液晶ポリマ材料の光学層を有する。このことは、溶液状態の上記材料の分子が自発的に配列されてピッチ p を持つ螺旋構造を形成することを意味している。上記溶液が2枚の平行な基板の間に薄い光学的に能動な層として設けられると、前記螺旋構造は該螺旋の軸が上記層を横切るように配向される。この螺旋の配向は上記各基板の対向面上に配向層を設けることにより改善することができる。

【0012】偏光されていない照射ビームが上記のようなフィルタに入射すると、前記分子螺旋の方向に相当する回転方向（左旋性又は右旋性）を持ち且つ上記螺旋のピッチ p に対応する波長を持つ円偏光された照射成分は反射され、一方反対の回転方向及び上記フィルタに適合しない波長を持つ円偏光成分は透過される。このコレステリックフィルタの反射波長 λ_0 は、

$$\lambda_0 = 1/2 (n_o + n_e) p$$

で規定され、ここで n_o 及び n_e は、各々、当該フィルタの材料の通常及び異常屈折率であり、 p は前記分子螺旋のピッチである。

【0013】かくして、好ましくない偏光方向を持つ光は、このコレステリックフィルタによってはもはや吸収されることはなく、むしろ反射される。この光は次いで反射器により当該コレステリックフィルタに伝達されるが、拡散器により偏光解消されるので、上記反射光の一部は再び所望の偏光方向を持つことになり、従って当該フィルタにより前記表示パネルへと透過される。上記反射光の残りは該フィルタにより、次いで反射器により反射されるので、拡散器を用いているおかげで、この反射光の一部は当該コレステリックフィルタに正しい偏光状態で入射することになり、従って前記LCDパネルへと透過される。このように、このコレステリックフィルタが動作する波長帯域の光の例えば80%を、所望の偏光状態にすることができる。更に、上記コレステリックフィルタは可視波長範囲にわたって動作するから、望ましくない偏光状態を持つ成分は、この波長範囲内の全照射に関して当該フィルタにより反射器方向に反射され且つ再び該フィルタに伝達されることになり、従って上記の80%なる効率率は全可視波長範囲に対して当てはまる。このようなコレステリックフィルタにより透過される光は白黒の表示パネル及びカラーの表示パネルの両方を照明するのに適している。

【0014】コレステリックフィルタ及び偏光解消拡散器を照射源及び反射器と組み合わせることにより、所望

の偏光状態を持つ白色光を供給すると共に光源効率が照射源により略決まるような特別な照明システムが得られる。照射源として効率的なランプを使用すると、比較的 low 消費の電力で所望の光出力を得ることができる。当該照明システムは主として直視型表示装置用を目的とするものであるが、本照明システムは画像投影装置及び所定の偏光状態を持つ光を使用しなければならないような光学装置等においても効果的に使用することができる。

【0015】ここで、コレステリックフィルタを偏光子として使用すること自体は既知であることに注意されたい。コレステリックフィルタは、例えば1990年のSID国際シンポジウムにおけるDigest of Technical Papersの第110～113頁に掲載されたR. Maurer他による「コレステリックLCシリコンからなる偏光カラーフィルタ」なる文献から既知である。この文献に記載されているコレステリックフィルタはシリコンを基剤とするコレステリック規則性を持つポリマ材料を含む光学的能動層を有している。Maurerによる上記文献は偏光変換効率を向上させるために上記コレステリックフィルタを偏光解消拡散器及び反射器と組み合わせるようなことは全く提案していない。

【0016】また、Japanese Journal of Applied Physics第29巻、第10号、1990年10月の第1974～1984頁に掲載されたM. Schadt及びJ. Funfschillingによる「新液晶偏光カラー投影原理」なる文献からは、LCDパネル用の照明システムにおけるコレステリックフィルタを、該フィルタにより反射されたビームの偏光状態を反転すると共に次いでこのビームを再び該フィルタに伝送するような正反射器と組み合わせることは既知である。このようにして、フィルタに対して元々適していなかった偏光状態の光もLCDパネルに伝達される。しかしながら、上記のような正反射器の欠点は、該反射器がコレステリックフィルタにより反射された照射をランプの形態の照射源に集中させてしまう点にある。このランプはそれ自身の照射を吸収する効果を有するから、該ランプの形状が表示装置により最終的に形成される画像中に残存し、視聴者にとって邪魔となる。

【0017】更に、もし上記コレステリックフィルタの左旋性及び右旋性円偏光照射に対する選択性が十分に高い場合は、LCDパネルの前方に配置されて従来のLCDパネルの一部を形成すると共に、当該LCDパネルの背後に配置される検光子と一緒に形成画像の十分なコントラストを保証するような偏光子は省略することが可能となる。

【0018】最近の表示装置においては、所定のピクセルの駆動に応じて、所定の第1の偏光方向を持つ直線偏光された照射を上記第1の偏光方向と垂直な第2の偏光方向を持つ直線偏光された照射に変換するようなLCDパネルが好ましくは使用されている。上記のような表示装置に非常に適した照明システムは、コレステリックフ

ィルタの拡散器から遠い方の側に広帯域の $\lambda/4$ 板が設けられることを特徴としている。

【0019】上記 $\lambda/4$ 板は前記フィルタから出力される円偏光された照射をLCDパネルに適した偏光方向を持つ直線偏光された照射に変換する。広帯域 $\lambda/4$ 板は、例えば複数の層からなると共に、可視波長範囲の全波長(λ)におけるビームにおいて円偏光された照射が直線偏光された照射に変換されるような位相ずれを実現するような透明な素子である。このような $\lambda/4$ 板は、例えば、米国、マサチューセッツ、ボストン、1992年5月17～22日のSociety for Information DisplayのSID'92 Exhibit GuideにNitro Denkoにより掲載された「Retardation Film for STN-LCD's 'NRF」なる文献に記載されている。

【0020】本発明による照明システムの第1の実施例は、前記コレステリックフィルタが液晶ポリマ材料の複数の層を有し、これら層の各々が異なる波長帯域で動作し、これら波長帯域が共同で少なくとも可視波長範囲をカバーすることを特徴としている。

【0021】また、本発明による照明システムの好ましい実施例は、前記コレステリックフィルタが液晶材料の単一の層を有し、該層においては分子螺旋のピッチが、少なくとも全可視波長範囲をカバーするに必要な反射帯域の下限及び上限に各々対応する2つの値の間で連続的に変化していることを特徴としている。

【0022】上記実施例は、コレステリック規則性を持つ液晶ポリマ材料の分子螺旋のピッチは連続的に変化させることができるという洞察に基づくと共に、出願人が層中に十分に大きなピッチの変化を持つ単層コレステリックフィルタを実現することに成功し、かくして各々が異なる波長反射帯域を持つ液晶材料により形成される複数の層を積み重ねる必要がもはやなくなったという事実を利用している。本発明による連続的に変化するピッチを有するコレステリックフィルタにおいては、前記ポリマ層は、各々が自身のピッチを有すると共にその結果として自身の波長帯域においてLCDパネルにとって好ましくない偏光状態の照射を反射するような仮想的な副層に分割される。組み合わせられたこのような全ての副層が所望の波長範囲において所望の反射を実現するので、単一の層で全可視波長範囲(400nmと780nmの間)をカバーするに十分である。単一の層内におけるピッチの連続した変化により、別個の層を上記と同一の波長帯域における所望の反射を実現するために積み重ねる場合に必要とされる合計厚さよりも薄い層厚を用いれば十分である。

【0023】上記の利点は当該フィルタの光学品質がより良好となる点にある。事実、上記のようなフィルタの品質は、コレステリックスに典型的な誤差と分子配列の損失とにより層の数が増加するにつれて比較的急激に低下する。50nmなる反射帯域を持つコレステリック層

は偏光効果を有するから、当該層は $5\mu\text{m}$ なる最小厚さを持たねばならない。従って、可視波長範囲を完全にカバーするためには、視野依存性による必要な反射帯幅の増加を考慮に入れない場合、最小で7枚から8枚の層が必要である。これによれば、最小の層厚は $35\mu\text{m}$ となる。層厚にわたってピッチが連続して変化する単層コレステリックフィルタの場合は、偏光子として動作するには層厚は $20\mu\text{m}$ で十分である。一方、視野依存性は厚さの増加につれて大きくなる。このことは、フィルタの有効性は所定の入射角より大きな角度で入射する照射に対しては層厚が大きくなると大幅に低下することを意味している。

【0024】上記に関する本発明のアイデアは、単一の層内で螺旋ピッチの十分に大きな変化を実現するには適していないようなコレステリック材料が用いられる場合でも利用することができる。

【0025】上記のような場合に当てはまる本発明による照明システムの実施例は、前記コレステリックフィルタの少なくとも複数の層が分子螺旋のピッチが連続して変化するような液晶ポリマを有し、これら層が各々異なる波長帯域で動作することを特徴としている。

【0026】フィルタの各層又は複数の層においてピッチを変化させることにより、当該層の波長範囲が増加する。結果として、全可視波長範囲をカバーするに要する層の数は非常に限られたものとなるから、この場合にも前述した小数のフィルタ層の場合の利点が得られる。

【0027】本発明による照明システムの更に他の実施例は、前記コレステリックフィルタのポリマ材料が3次元網構造を形成すると共に当該システムにおける他の素子に取り付けるに適した自己支持型の膜を形成することを特徴としている。

【0028】3次元網構造を形成する光学的能動層は非常に頑丈であり、結果として自己支持型の層として使用することができる。

【0029】上記の場合、製造に際してコレステリックフィルタの光学的能動層の配向及び重合のために必要とされた基板は、これら工程が実施された後取り除くことができ、これにより当該照明システムを小型にすることができる。

【0030】コレステリックフィルタの有効性は入射照射の波長のみならず該照射が当該フィルタに入射する入射角度にも依存するから、当該照明システムに設けられて好ましくない偏光状態を持つ照射の偏光解消を保証すると共に直視型表示装置においては特に全表示パネルが照明されることを保証するような拡散器は、コレステリックフィルタに関する限り、照射がコレステリックフィルタに向かって大きな角度で散乱されてしまうという欠点を持つ可能性がある。入射角度が変化される場合は、フィルタが偏光に応じて選択的に反射を行う波長帯域はずれる。このことは、当該フィルタが反射的であるべき

波長帯域は、例えば 400nm と 780nm との間の可視波長範囲である実際の波長帯域と、 90° とは異なる入射角度で入射する照射に対しても偏光選択的であるようにするための仮想の波長帯域との和に等しい。入射角の変化の関数としての波長帯域のずれは例えば1度当たり 2nm であるから、入射角の範囲が 180° であるような極端な場合、上記仮想波長帯域は 360nm となる。従って、全反射帯域は $380\text{nm}+360\text{nm}=740\text{nm}$ でなければならない。

10 【0031】本発明による他の実施例であって、コレステリックフィルタに課される要件を緩和することができ且つ例えばLCDパネルを照明するに一層適したものとすることができる照明システムは、前記拡散器と前記コレステリックフィルタとの間に光学的に透明な素子が設けられ、該素子の前記フィルタに面する一方の側は少なくとも一方向に延びる周期的且つ照射を屈折させるような構造を有し、該構造が前記拡散器からの照射を所定の角度で集中させることを特徴としている。

20 【0032】上記ビーム集中素子は照射がコレステリックフィルタに入射する入射角の区域を減少させるので、前述した仮想帯域は、従って当該フィルタの所要反射帯域は減少される。結果として、単層フィルタはさほど大きな螺旋ピッチの変化を必要とせず、多層フィルタも多数の層は必要としない。

【0033】表示装置の構成に応じて、前記周期構造は1次元的なものであっても又は2次元的なものであってもよい。

30 【0034】LCDパネルを持つ表示装置においては、最大のコントラストを得るようにパネルは可能な限り所定の角度で照射するのが望ましい。前記ビーム集中素子を調整することにより、照射が当該素子から出力される平均角度を調整することができ、これにより上記要件の実現に貢献することができる。

【0035】前記ビーム集中素子の周期構造は種々の方法で実現することができる。

40 【0036】上記の第1の可能性が適用される本発明による照明システムの実施例は、前記素子が、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で第1の方向に延在する第1の周期的構造を有するような第1の板体と、前記フィルタに対向する面が当該板体の面内で前記第1の方向とある角をなす第2の方向に延在する第2の周期的構造を有するような第2の板体とを具備していることを特徴としている。

【0037】また、本発明による照明システムの他の実施例は、前記素子が単一の板体を有し、該板体の前記フィルタに対向する面が2次元的な照射屈折構造を有していることを特徴としている。

50 【0038】上記周期的構造の素子は更に種々の形態で実現することができる。例えば、本発明による照明システムの更に他の実施例は、前記照射屈折構造が第1の表

面領域と、これと交互となる第2の表面領域とを有し、当該素子の法線に対して前記第1の領域が第1の角度を内包する一方、前記第2の領域が第2の角度を内包することを特徴としている。

【0039】前記周期的構造の素子は例えば全内反射で動作するような小さなレンズ又はプリズムであってもよく、プリズム角及び／又はプリズム材料の屈折率を適切に選択することにより最適化することができる。

【0040】ここで、照明システムにおいてプリズム付き板体を照射を所定の空間角度で集中させるために使用すること自体は特許出願公開第2-257188号から既知であることに注意されたい。しかしながら、この文献はコレステリックフィルタとの組み合わせ及びこのような組み合わせにおけるプリズム板の利点については何等言及していない。

【0041】また、本発明は照明システムと、投影すべき画像を発生する少なくとも1個の透過型表示パネルを有する表示装置と、発生された画像を投影スクリーン上に投影する投影レンズ系とを具備する画像投影装置にも関する。そして、本発明によるこのような装置は上記照明システムが前述したような照明システムであることを特徴としている。

【0042】更に、本発明は照明システムと透過型の表示パネルとを有するフラットパネル型表示装置にも関し、本発明によるこの装置は該照明システムが前述したような照明システムであることを特徴としている。

【0043】カラー表示パネルを備える上記のような表示装置の光源効率、前記表示パネルの各ピクセルに対応するダイクロイック・ミラーのパターンがこれらピクセルの前側近傍に配置され、これらミラーの各々は、対応するピクセルに該当する波長帯域の照射を透過させる一方該波長帯域外の照射は略完全に反射することを特徴とすることにより一層向上される。

【0044】米国特許第5,029,986号は、組み込まれたダイクロイックミラーのマトリクスを持つカラー表示パネルを開示し、且つ、このようなミラーマトリクスを反射器と組み合わせることにより如何に光源効率が改善されるかを述べている。上記のようなパネルを前述したような形式の照明システムと組み合わせることにより、非常に効率的なカラー表示装置が得られる。

【0045】

【実施例】図1に概念的に示す直視型表示装置1は、照明側5と視聴者9に向けられた表示側7とを持つ透過型表示パネル3を有している。この表示装置1は、更に、本発明による照明システム11を有している。この照明システム11は、照射源13と、この照射源の背後に配置された反射器15とを有している。照射源13からの照射を表示パネル3に向かって散乱させる拡散器17が照射源13と表示パネル3との間に配置されて、該パネルを一様に照明する。

【0046】上記表示パネル3は例えば液晶表示パネル(LCDパネル)で、この表示パネルは2つのガラス基板により形成されると共に、これら基板間に配向された液晶層が設けられている。上記のような表示パネルは、該パネルを通過する光の偏光状態の変化又は非変化に基づいて動作するもので、所定の偏光状態を持つ光により照射されねばならない。前記照射源13により放出される照射は偏光されていないから、該照射は先ず上記パネル3に適した偏光状態に変換されねばならない。

10 【0047】本発明による上記照明システム11における偏光状態の変換は、全可視波長範囲内で作用する新規なコレステリックフィルタ19により非常に効率的に実現される。このフィルタ19は、上記波長範囲に対するその透過光偏光が表示パネル13に適した偏光に相当するように設計される。上記コレステリックフィルタ19は拡散器17と表示パネル3との間に配置される。前記照射源13からの偏光されていない照射は拡散器17を介してコレステリックフィルタ19に入射する。

20 【0048】既知の表示装置に使用されているコレステリックフィルタは、例えば50nm程度の限られた波長帯域内のみで動作するが、この帯域は例えば380nmもの可視波長範囲よりも非常に狭い。既知のフィルタの反射帯域外の波長の照射は偏光されない形で透過されるが、このことは該フィルタが限られた波長範囲に対してのみ偏光子として動作するということを意味する。このような理由により、既知のフィルタはカラーフィルタとしては非常に適しているものの、画像投影装置又はフラットパネル表示装置等の装置における上述したような応用の偏光フィルタとして使用するには反射帯域幅が十分に広くはない。

30 【0049】反射帯域 $\Delta\lambda$ の幅は $\Delta\lambda = \lambda_0 \cdot \Delta n / n_0$ により規定され、ここで $\Delta n = n_e - n_o$ は複屈折であり、 n_e 及び n_o は各々異常及び通常屈折率であり、 $n_0 = (n_e + n_o) / 2$ は平均屈折率である。また、 λ_0 は照射が垂直に入射する場合の選択的反射帯域の中心波長であって $\lambda_0 = n_0 p = (n_e + n_o) p / 2$ により規定され、ここで p は上記フィルタの分子螺旋のピッチである。可視波長範囲においては、反射帯域の幅はコレステリック材料の複屈折 Δn により主に決まり、この複屈折は僅かな程度にしか変化することができない。一般に、 Δn は0.3よりも小さいから、帯域幅は100nmよりも狭く、通常約50nmである。

40 【0050】表示装置に好適なコレステリックフィルタ、即ち全可視波長範囲で動作するコレステリックフィルタを得るために、各々が異なる反射帯域を持つ複数の狭帯域コレステリック層を積み重ねることができる。この場合、このような複合フィルタは別々の層の反射帯域幅の和に等しい総合反射帯域幅を有し、この帯域幅は全可視波長範囲において光を偏光するのに十分なほど広い。

【0051】しかしながら、本発明によれば原則的に単一の層からなり、且つ分子螺旋のピッチ p が該層厚にわたって下限と上限との間で変化することにより結果としての反射帯域幅が全可視波長範囲内で動作するに必要な帯域幅に相当するようなコレステリックフィルタが使用される。

【0052】積み重ねたフィルタに対して、この単層フィルタの利点は、その光学品質が非常に良いということにある。何故なら、層を重ねるとコレステリックス (cholesterics) の誤差の存在及び平らな分子規則性による損失が原因して層の数の増加につれて光学品質が低下するからである。更に、層の厚さ、従って層の数の増加に伴って視角依存性が増加する。このことは、所定の値より大きな入射角で入射する照射に関しては、フィルタの有効性は層厚の増加に伴って大幅に減少することを意味する。

【0053】全可視波長範囲に対しては、 $780\text{ nm} - 400\text{ nm} = 380\text{ nm}$ なる反射帯域幅が必要とされる。コレステリックフィルタの有効性は偏光されるべき照射が入射する入射角によっても決まる。フィルタの反射帯域は、例えば1度当たり 2 nm のように入射角の関数としてずれる。このことは、入射角の変化により、可視波長範囲に対して必要とされる反射帯域は仮想波長帯域により補足しなければならないことを意味する。入射角の最大範囲、即ち 180° に対しては、全反射帯域は $380\text{ nm} + 180 \times 2\text{ nm} = 740\text{ nm}$ でなければならない。可視波長範囲においては既知のコレステリック層に対する反射帯域の幅は平均して 50 nm であるから、従来の積み重ねフィルタは約15の層を有さねばならない。

【0054】ピッチ p が層の厚みにわたって連続的に変化するような単一の層からなるコレステリックフィルタは以下のようにして作成することができる。まず、反応性モノマの混合物が作成される。この混合物は異なる重量%のカイラル (chiral) 成分とネマトジェニアス (nematogeneous) 成分とを有し、これら成分は例えば2及び1のように各々異なる数の反応性基を有するので上記の2つのモノマは異なる反応性を持つ。次いで、この混合物には安定化剤及び一定量の染料が加えられる。このようにして作成された混合物は、次いで、各々が例えばポリイミドの層を持つような2つの透明な基板の間に配される。これらの各層は上記コレステリック混合物中に自然に生成される分子螺旋を配向するために使用される。不連続性 (disclinations) の形成を防止するために、上記の2つの基板は平らな規則性が得られるまで短い距離にわたってせん断される。次いで、上記反応性混合物は周囲温度において紫外線照射により光重合されるので、3次元網構造が形成される。このようにして形成された光学的能動層の強度により、該光学層を前記基板から外して自己支持型のコレステリックフィルタとして

使用することが可能である。例えば全可視波長範囲に相当する反射帯域幅のような所望の反射帯域幅は、染料の量並びに紫外線光の波長及び出力を変化させることにより得ることができる。

【0055】図2の曲線 a は層の厚みにわたってピッチ p が一定であるようなコレステリックフィルタの反射スペクトルを示している。このフィルタは染料を加えないで得た。このフィルタの反射帯域幅は約 45 nm に過ぎなかった。

10 【0056】一方、図2の曲線 b は重合の際に染料が存在したコレステリックフィルタの反射スペクトルを示している。このフィルタの反射帯域幅は約 230 nm である。

【0057】上記のような単層コレステリックフィルタであって層厚にわたって連続して変化するピッチ p を有するようなフィルタの製造方法自体は本発明の要旨ではないが、このようなフィルタの製造方法は出願人により本特許出願と同日になされる出願 (整理番号: PHN 14629) に詳細に記されている。

20 【0058】フィルタの光学品質が大幅に優れており且つ視角依存性が多数の狭帯域コレステリック層からなるコレステリックフィルタにおけるよりも顕著でない実施例は、少なくとも幾つかの層が層厚にわたって連続的に変化するような分子螺旋のピッチ p を持つような複数の層からなるコレステリックフィルタである。

【0059】ピッチ p が層厚にわたって変化するような層は前述した単層のフィルタの場合と同様の方法で製造することができる。

30 【0060】本発明が提案するように、コレステリック層の帯域幅が例えば 150 nm 程度に増加されたとすれば、可視波長範囲に対して必要とされる層の数は15から5へと減少させることができる。

【0061】コレステリックフィルタの前述した特性により、分子螺旋の方向に対応する方向に円偏光された照射は照射源13の方向に反射され、一方反対に円偏光された照射はフィルタ19により透過される。上記の反射された照射はその後再び拡散器17に到達し、この分散器において偏光解消される。この偏光解消された照射は次いで反射器15に入射し、この反射器上ではフィルタ19の方向への反射がなされる。再びフィルタに到達する偏光されていない照射の一部は透過に適した円偏光状態を有する。残りの部分は再び上述した照射通路を往復し、その都度照射の一部が透過する。反射損失は別として、略全部の偏光されていない照射が上記のようにして表示パネル3に適した円偏光された照射に変換される。

【0062】照射源13からの光は、図3の a に示すように、拡散器17により略 180° の角度区域にわたり散乱される。コレステリックフィルタの有効性は入射する照射の波長のみならず該照射の入射角によっても決まるが、上記のような拡散器は照射をフィルタに向けて大

きな入射角で散乱する。結果として、所定の波長範囲をカバーするに要するフィルタの反射帯域は、仮想波長帯域により増加して大きな入射角に対しても同様に有効となるようにしなければならない。入射角の関数としての反射帯域のずれは、例えば1度当たり2nmである。結果として、180°の角度区域に対しては反射帯域は180×2nm=360nmだけ増加されねばならない。

【0063】図4に示すようにビーム集中素子21を拡散器17とコレステリックフィルタ19との間に設けることにより、入射角の区域が大幅に減少し、この結果当該コレステリックフィルタの必要とされる全反射帯域が減少される。

【0064】これを数値例を参照して示す。例えば前記入射角区域が90°に減少されるようなプリズム箔の形態の拡散器を使用することにより、全可視波長範囲をカバーするに要する50nmなる反射帯域幅を持つ従来の層の数は、プリズム箔を設けない場合の層の数は約15であるのに対して、 $[780\text{nm}-400\text{nm}+(2\times90)]/50=\text{約}11$ となる。

【0065】ピッチが連続的に変化し結果として150nmなる反射帯域を持つようなコレステリック層を有するフィルタの場合は、約5枚の層の代わりに、 $[780\text{nm}-400\text{nm}+(2\times90)]/150=\text{約}4$ なる枚数の層を使用すれば充分である。変化するピッチを持つフィルタの場合、ピッチpの下限值と上限値とは互いに接近している。

【0066】ビーム集中素子21は光学的に透明な材料からなり、図4に示すように例えば拡散器17上に直に設けるようにするとよい。この素子21のフィルタ19に対向する表面は、例えばプリズム構造のような周期的な照射を屈折させるような構造を有している。

【0067】図3のbは、上記のような構造として以下単にプリズム箔と称する例えば1次元プリズム構造を持つ素子21の拡散器17からの照射に対する効果を示している。この図を図3のaと比較すると、上記照射は角度β内のビームへと集中され、この角度は前記角度αより小さい。結果として、上記拡散器の明るさは前方向に増加する。この角度区域βはプリズム縁の傾斜角を変化させることにより変化させることができる。

【0068】図5のa及びbは、プリズム箔の動作を一方方向に延在する構造を持つ例を参照して図示している。拡散器17とプリズム箔21との間の境界に垂直に入射する照射ビーム23は、入射角が臨界角より大きいので、プリズム箔21の縁部33及び34において全内反射をうける。他方、上記各縁部33及び34に臨界角より小さな角度で入射する照射ビーム27、29は、これら縁部33及び34を介して当該プリズムから出力される。このように、プリズム箔21は前記照射が90°-θ₁と90°-θ₂との間の範囲内の角度のみにおいて、即ち当該箔の法線を伴い各プリズム縁により囲まれる角

度内で、出力されることを保証する。上記角度θ₁及びθ₂を、即ち拡散器17の面を伴う上記箔構造の縁部33、34により囲まれる角度を、調整することにより、照射ビームの方向を決めることが可能である。プリズム箔21により反射された照射ビーム31は、拡散器17を介して照射源13の背後の反射器15に戻され、ここで反射された後再び当該システムに供給される。

【0069】図6のa、b、c及びdはプリズム箔の種々の実施例を示している。図6のaは前記フィルタに面する表面がθ₁=θ₂なる対称三角形構造を持つような単一板体を有するプリズム箔を示している。また、図6のbは前記フィルタに面する表面がθ₁≠θ₂なる鋸歯状構造を持つような単一板体を有するプリズム箔を示している。このようにして、前記照射は所定の角度でビームに集中するされるのみならず、当該プリズム箔から出力されるビームの軸をθ₁及びθ₂を変化させることにより調整することができる。また、図6のcは2次的に動作するプリズム箔を示している。ここでは、上記照射はビームに2次的に集中される。このプリズム箔は、各々にビーム集中素子が設けられた2つの板体20、22を有している。第1の板体20は前記フィルタに面する表面に第1の方向に延在する第1の周期的構造、例えば図6のaに示されるような規則的な三角形構造、を有している。また、第2の板体22も前記フィルタに面する表面に第2の周期的構造、例えば図6のaに示されるような構造、を有している。これら2つの構造は互いに所定の角度、例えば直角、に向けられている。目的とする照射の集中度に応じて、図6のbに示す構造の2つの組み合わせ、又は図6のaの構造と図6のbに示す構造との組み合わせ等が可能である。2次的に動作するビーム集中素子は、他の例として、レンズのマトリクス又はピラミッド状プリズムを持つような板体を有してもよい。前記フィルタに面するプリズム箔面上にプリズムのマトリクスを有するようなプリズム箔の実施例が図6のdに示されている。

【0070】単一又は複合プリズム箔とLCDパネルとの組み合わせで発生し得るモアレ効果は、上記箔の構造の周期を前記表示パネルのピクセルの周期に適合させることにより低減することが可能である。

【0071】円偏光された照射が直線偏光された照射に変換されるように、図1の装置と同様に図3の装置においても前記コレステリックフィルタ19の背後にλ/4板23を選択的に配置することができる。現在最もよく使用されている液晶表示パネルは直線偏光された照射で動作する。λ/4板の使用は表示パネル3の性質に依存するから、図1及び図4においては、このλ/4板23は破線で示されている。また、円-直線変換は可視波長範囲内で実現されねばならないから、例えば米国特許第5,029,986号に述べられているような広帯域のλ/4板が使用される。

【0072】前記コレステリックフィルタが3次元網構造を形成する光学的能動層を持つ単層フィルタであって、この特別な頑丈さのために自己支持型の膜を構成する場合は、当該フィルタは拡散器17又は $\lambda/4$ 板23等の他の素子に取り付けることができる。このようにして非常に小型の照明システムを得ることができる。

【0073】照明システムにおいて照射源の利用可能な照射を非常に効率的に使用することができる方法を、偏光の方向及び照射の伝搬方向並びに上記のようなシステムの表示装置における利点等に関して述べた。この表示装置が直視型カラー表示装置である場合は、照射効率は上述した本発明と米国特許第5,029,986号に記載された発明との新規な組み合わせにより更に高めることができる。この場合、色に関する限り光源効率も上昇される。

【0074】図7は、上記の新規な組み合わせが使用された表示装置を概念的に示している。この装置の照明システム11は照射源13と、拡散器17と、コレステリック偏光フィルタ19と、選択的に設けるビーム集中素子21とを有している。上記照射源は例えば折れ曲がり形状のランプであり、該ランプは反射内壁15を持つホルダ内に配置されている。また、カラー表示パネル40は符号41、42及び43で示される3つの群に分割される多数のピクセルを有し、各々が所定の色、即ち赤、緑及び青の画像を発生する。上記各ピクセルに合わせた色フィルタのマトリクス50が前記パネル40の前方に配置されるが、この色フィルタも符号51、52及び53で示される3つの群に分割されている。対応するピクセル41、42及び43に対して適切な色の光のみを透過する上記フィルタは、この実施例においては、ダイクロミックミラーである。このようなミラーは、入射された副ビームのうちの当該ピクセルに関係しない色成分を前記照射源に向かって反射する。前記ホルダの反射性内壁は上記副ビームを当該照明システム内に送り返す。この副ビームが前記マトリクス50に到達すると、該副ビームは最初に反射されたのとは異なるミラーに当たる。何故なら、この副ビームはその経路において方向が変化されているからである。この場合、この副ビームの第2の色成分は対応するピクセルへ透過される。上記副ビームの残りの成分は再び照射源ホルダとの間で往復し、他の色フィルタにより対応するピクセルへ通過される。全ての副ビームは上述したようなやり方で当該照射システムを数回往復するので、照射源の照射の大部分は正しい色で各ピクセルに入射し、これにより色に関する限り高効率も達成される。

【0075】図7は $\lambda/4$ 板23を再び破線で示している。これは該 $\lambda/4$ 板を設けることは、LCDパネル40が直線偏光された照射で動作するか又は円偏光された照射で動作するかに依存するからである。

【0076】左旋性の及び右旋性の円偏光された照射に対する前記コレステリックフィルタ19の選択性が充分

に大きい場合は、前記LCDパネル3の前部に設けられると共に従来のLCDパネルの一部を形成し、且つ、LCDパネル3の背後の検光子53と一緒に形成された画像の充分なコントラストを保証するような従来の偏光子54は省略することができる。

【0077】図8は画像投影装置の一実施例を示している。この図において、ブロックAは本発明による照明システムを示し、該システムは主軸が当該画像投影装置の光学軸O-O'に一致するような光ビームbを出力する。

この光ビームは、白黒画像を投影する場合には1個の表示パネル3を持つような表示システムBに入射する。この表示パネルは、例えばガラス製の2枚の透明板体61及び63の間に封入された例えばネマチック型の液晶材料60の層を持つ液晶パネル等である。上記各板体上には駆動電極65及び67が各々設けられている。これらの電極は当該表示パネルに多数のピクセルを規定するために多数の行及び列に分割することができる。この場合、異なるピクセルは駆動端子69及び68により図に概念的に示したマトリクス電極を駆動することにより駆動される。かくして、電場が前記液晶材料60の両端間に所望の位置で印加される。上記のような電場は上記液晶材料60の有効な屈折率を変化させ、従ってピクセルを通過する光は、当該ピクセルの位置に局部電場が存在するか存在しないかに依存して偏光状態の変化を受けるか又は受けない。

【0078】上記のパッシブ駆動型表示パネルに代えて、アクティブ駆動型パネルを用いることもできる。この後者のパネルの場合は、一方の支持板体が電極を有し、他方の支持板体には半導体駆動電子回路が設けられる。この場合、各ピクセルは例えば薄膜トランジスタ等の自身のアクティブ駆動素子により駆動される。上記両形式の直接駆動型表示パネルは例えばヨーロッパ特許出願公開第EP0266184号に記載されている。

【0079】前記表示パネル3に入射するビームは偏光、好ましくは直線偏光、されなければならない。この目的のため、前記照明システムAには単層又は多層形式の偏光子及び前述したような拡散器が設けられる。更に、上記表示パネルにより透過された光の経路には検光子53が配設され、この検光子は、例えば駆動されると共にビームの偏光状態を変化させないピクセルからの光を投影レンズ系Cへ通過させる。なお、ビームの偏光状態を変化させる駆動されていないピクセルからの光は、上記検光子53により阻止される。このように、上記検光子はビームの偏光変調を輝度変調に変換する。投影レンズ系Cは前記パネル3上に形成された画像を投影スクリーンD上に投影する。このようにして投影された画像は上記投影スクリーンの背後の空間に位置する視聴者により観られる。

【0080】前述したように、上記表示パネルは好ましくは直線偏光された光により照射され、一方該パネルの

17

素子は偏光の方向を 90° 回転したり又は回転させなかったりする。原理的には、液晶表示パネルを持つ画像投影装置を直線偏光された光の代わりに円又は楕円偏光された光で動作させることも可能である。この場合、この表示パネルは上記の円偏光された光の回転方向又は楕円偏光された光の楕円軸の比を変化させることができるものである。このような変化は他の偏光手段を用いることにより輝度変調に変換することができる。

【0081】上記画像投影装置がカラー画像投影装置である場合は、前記表示系Bは各々が3原色の赤、緑及び青の1つに対応する3個の表示パネルと、前記ビームbをこれらのパネルのうちの対応する1つに入射させる多数のダイクロイック・ミラーとを有する。また、他のダイクロイック・ミラーが上記各パネルを通過したビームを1つのビームに合成し、このビームが前記投影レンズ系を通る。

【0082】また、カラー画像投影装置においては単一のカラー表示パネルを使用することも可能である。この場合は、好ましくは図7を参照して説明したようにピクセルの前に配置されるダイクロイック・ミラーのマトリクスが使用され、したがって同図を参照して述べたような利点をこのカラー画像投影装置においても得ることができる。

【0083】上記においては、本発明をツイステッド・ネマチック型又はスーパーツイステッド型等の液晶表示パネルを持つような表示装置を参照して説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。即ち、前記表示パネルは多結晶材料PZLT (Lanthanum doped Lead Zirconate Titanate) が用いられるSCD (Solid Cer

18

amic Display) パネル、又は超複屈折効果が利用されるようなパネル等であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はコレステリックフィルタを含む本発明によるフラットパネル型の表示装置の一実施例の概念図、

【図2】 図2はコレステリックフィルタの反射スペクトルを示し、曲線aは層厚にわたってピッチpが一定の場合を、曲線bは層厚にわたってピッチpが連続的に変化する場合を示す、

【図3】 図3は拡散器による照射ビームの散乱を示し、aはプリズム箔を設けない場合を、bはプリズム箔を設けた場合を示す、

【図4】 図4はプリズム箔を備える本発明による表示装置の実施例の概念図、

【図5】 図5のa及びbはプリズム箔による散乱原理を説明するための説明図、

【図6】 図6のa～dは本発明による表示装置に使用されるプリズム箔の種々の例を示す斜視図、

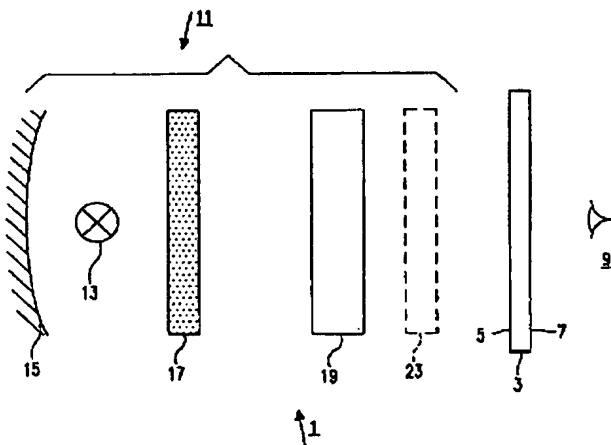
【図7】 図7は本発明による照明システムを含むフラットパネルカラー表示装置の実施例を示す分解斜視図、

【図8】 図8は本発明による照明システムを含む画像投影装置の実施例を示す概念図である。

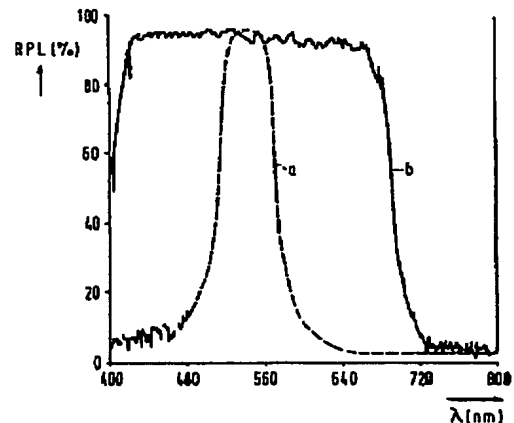
【符号の説明】

1…表示装置、
11…照明システム、
5…反射器、
3…表示パネル、
13…照射源、
17…拡散器、19…コレステリックフィルタ。

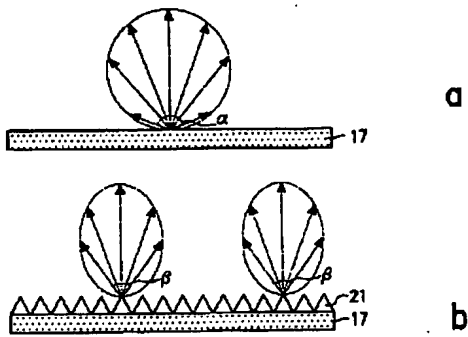
【図1】



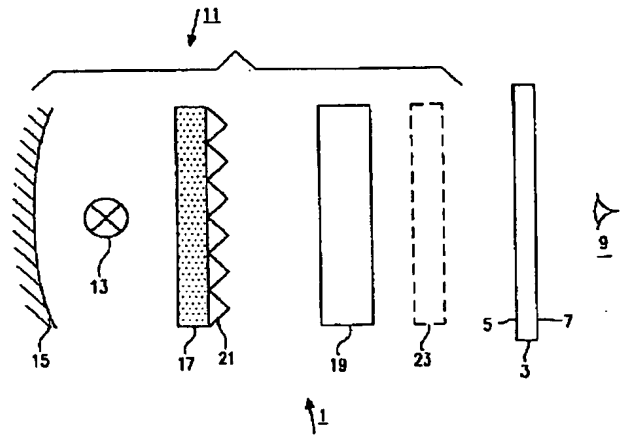
【図2】



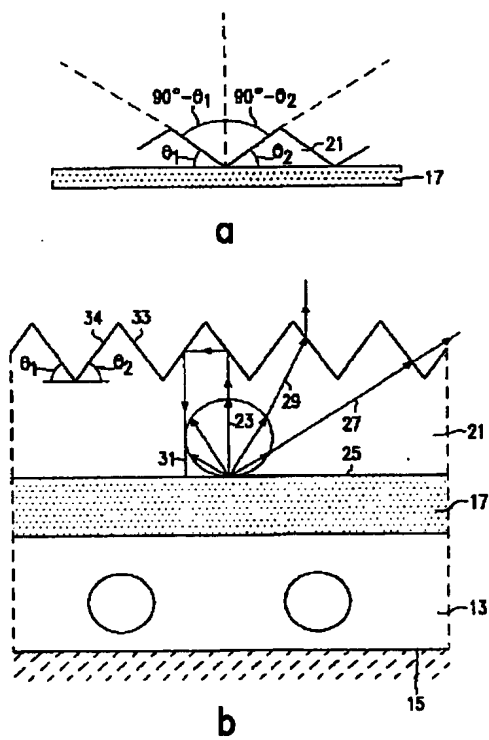
【図3】



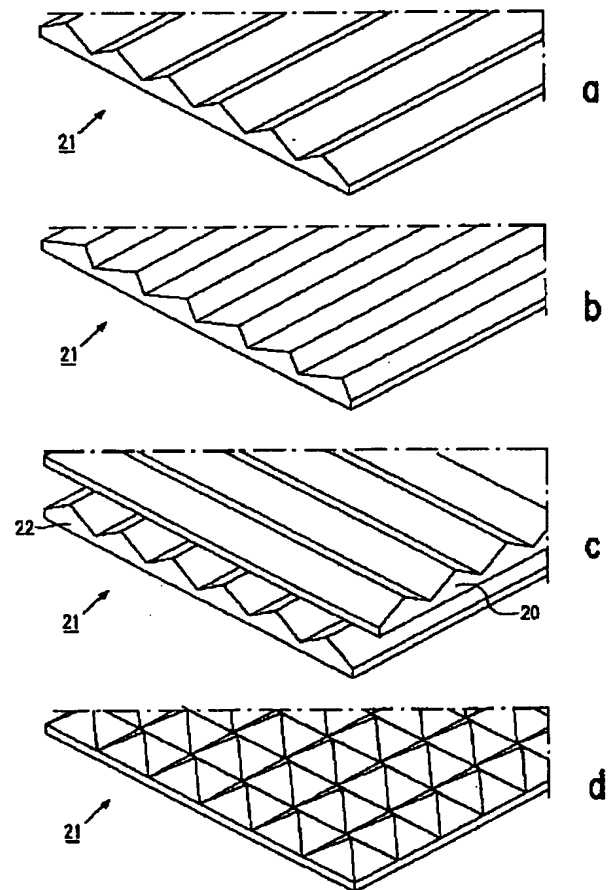
【図4】



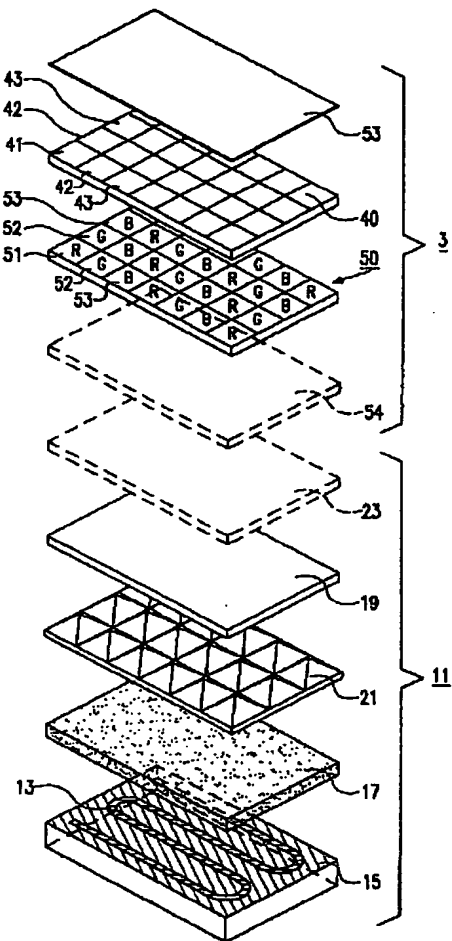
【図5】



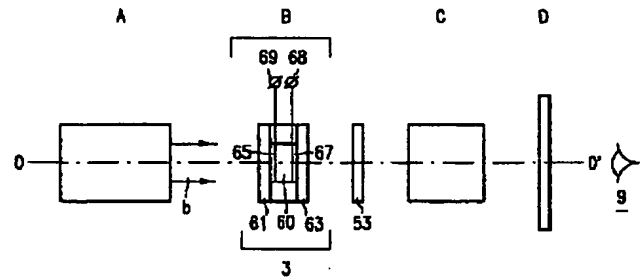
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 パウルス バルソロメウス ヨハネス シ
 ャーレマン
 オランダ国 5621 ベーアー アイन्दー
 フェン フルーネヴァウツウェッハ 1